

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10167781 A**

(43) Date of publication of application: **23.06.98**

(51) Int. Cl.

C04B 14/04
C04B 22/14
// C04B 28/02
C04B111:22
C04B111:23

(21) Application number: **08340635**

(22) Date of filing: **05.12.96**

(71) Applicant: **RAILWAY TECHNICAL RES INST**

(72) Inventor: **TATEMATSU EISHIN**
TAKADA JUN

(54) **ADDITIVE FOR IMPROVING QUALITY OF
MORTAR AND CONCRETE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve both the workability and the durability while suppressing an alkali aggregate reaction by combining a calcium type zeolite with gypsum.

SOLUTION: This additive is obtained by adding gypsum in an amount so as to provide the amount of the added calcium zeolite within the range of <10wt.% based on the sum of the calcium type zeolite and a cement within the

range of $\leq 20.0\text{wt.}\%$ ratio of the amount of the added calcium type zeolite based on a binder (cement and an admixture) to the calcium type synthetic zeolite having $\leq 7.0\text{wt.}\%$ content of an alkali metallic component expressed in terms of anhydrides as Na_2O equiv. and $0.5\text{--}4.5\mu\text{m}$ average grain diameter. Thereby, ettringite is produced by a reaction of alumina in the zeolite with the gypsum to relax the shrinkage of a mortar or a concrete. As a result, cracking hardly occurs. Early deterioration due to an alkali aggregate reaction or salt damage, etc., is hardly caused.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Mortar and add-in material for quality improvement of concrete using calcium type permutite whose content of an alkali metal component is less than 7.0wt% as the Na₂O equivalent in anhydride conversion.

[Claim 2]Mortar and add-in material for quality improvement of concrete in which content of an alkali metal component combined calcium type permutite which is less than 7.0wt% as the Na₂O equivalent, and gypsum fibrosum by anhydride conversion.

[Claim 3]Mortar and add-in material for quality improvement of concrete in which a rate of an addition of calcium type permutite of as opposed to binding material in an addition of gypsum fibrosum is set as little range from 10wt% to binding material in a range not more than 20.0wt% in Claim 2.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention belongs to the technical field of mortar and add-in material for quality improvement of concrete which are used mainly in engineering works and construction.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, degradation of ferro-concrete by salt damage, the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, carbonation, etc. actualizes, and it has been a big problem. Generally, as for mortar or concrete, an organization becoming precise, so that a water cement ratio (water to cement comparatively) becomes low, and becoming high durability ferro-concrete in which degradation of the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, the steel rod corrosion by salt damage and carbonation, etc. does not take place easily is known. However, when a water cement ratio is simply made low, a flow value and a slump index will become low and workability will worsen conversely. Mortar and concrete are contracted by hardening or desiccation, and if a crack is produced, endurance will fall.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In order to obtain high durability mortar and concrete, adding add-in material, such as silica fume and fly ash, to mortar or concrete is reported as a means to improve such workability. However, since these add-in material is by-products, quality is not stabilized and the quality control of mortar and concrete is not easy for it. Then, in order to raise the endurance of mortar or concrete more, that where quality was stabilized as add-in material which improves workability is required, to measure the further improvement about workability in addition is desired, and the issue which should solve this invention here occurs.

[0004]By the way, although the early deterioration of the concrete by the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, salt damage, carbonation, etc. actualizes and it has been a big problem socially, utilizing the alkali-metal-ion adsorption capacity of zeolite is advocated in recent years as what controls this. And although it is possible whether this zeolite contributes to an improvement of workability, When how many what kind of zeolite is added concretely, inhibiting the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, the report whether an improvement of workability can be attained does not have former and the issue which should solve this invention also here occurs.

[0005]

[Means for Solving the Problem]This invention is created for the purpose of solving these SUBJECT in view of the actual condition like the above, and the first invention, content of an alkali metal component -- anhydride conversion -- as the Na_2O equivalent -- 7.0wt% (mass percent) -- it is mortar and add-in material for quality improvement of concrete using calcium type permutite which is the following. The second invention is mortar and add-in material for quality improvement of concrete in which content of an alkali metal component combined calcium type permutite which is less than 7.0wt% as the Na_2O equivalent, and gypsum fibrosum by anhydride conversion.

[0006]In carrying out this invention, as zeolite, not nature but permutite is preferred. Since natural zeolite has variation in description, a quality control at the time of adding with mortar or cement is not easy for it. On the other hand, permutite had the uniform shape near a globular form, its description is stable, if this is added, promotion of mobilization can be measured, and it is because workability (workability) is improved.

[0007]Even if it is permutite, what promotes the potential alkali reactivity of cement aggregate combination is not employable. That is, when alkaline metal (Na, K) ingredient of permutite is high, It is emitted when these alkali metal components knead mortar and concrete, be absorbed -- be alike -- since the potential alkali reactivity of cement aggregate combination is promoted, **** undesirably such a thing, Rather, a thing of character which adsorbs an alkali metal

component in mortar and concrete, and inhibits the potential alkali reactivity of cement aggregate combination is preferred, and calcium type permutite (mean particle diameter of 0.5-4.5 micrometers) which carried out ionic exchange to calcium ion as such a thing is preferred. Even if it is calcium type permutite, an alkali metal component remains, if quantity of an alkali metal component which remains to zeolite depending on an addition for this reason increases, it will knead, and a burst size of alkali metal ion at the time increases, and it becomes a cause which triggers the potential alkali reactivity of cement aggregate combination. Therefore, quantity of a grade which does not cause harmful expansion by the potential alkali reactivity of cement aggregate combination is suitable for quantity which needs to replace an alkali metal component in zeolite by calcium by ionic exchange, As calcium type permutite in that case, a residual alkali metallic component can use it, and the following [$7.0\text{wt}\% \text{R}_2\text{O}$ ($\text{R}_2\text{O}=\text{Na}_2\text{O}(\text{wt}\%)+0.658\text{K}_2\text{O}(\text{wt}\%)$)] can use it conveniently as the Na_2O equivalent by anhydride conversion.

[0008] That is, calcium (Ca) type composition zeolite where description was stabilized is used for this invention as add-in material of mortar and concrete, In a low-water-flow-binding-material ratio, give mobility to fresh mortar or concrete, and improve workability at the time of kneading, an organization of mortar and concrete is made to elaborate more, and endurance is improved. The effect is remarkable especially when a highly efficient AE (the abbreviation for AirEntraining) water reducing agent or a high-range water reducing agent is used together to calcium type permutite, In addition, it is also expectable to reduce degradation by the potential alkali reactivity of cement aggregate combination according to an adsorption effect etc. of alkali metal ion which is the characteristic character of calcium type zeolite. And by this invention, it permeates, or is hard to move, harmful ion and moisture become, and degradation control by salt damage, the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, etc. can also be expected. As a high-performance AE water-reducing agent or a high-range water reducing agent, commercial things, such as what uses a complex of an ether polycarboxylate system and crosslinked polymer as the main ingredients, can be used for usual. If gypsum fibrosum is added with calcium type permutite, ettringite will generate by the reaction of a part for alumina and gypsum fibrosum in zeolite, contraction of mortar or concrete will be made to ease, and it will become difficult to generate a crack. In this case, as for an addition of gypsum fibrosum, it is preferred that a rate of an addition of calcium type permutite over binding material (cement + chemical admixture) is set as little range from 10wt% to the sum of calcium type permutite and cement in a range not more than 20.0wt%. Thus, it is hard coming to produce early deterioration according [content of an alkali metal component] calcium type permutite not more than 7.0wt% to the potential alkali reactivity of cement aggregate combination, salt damage, etc. by independent or adding combining gypsum fibrosum as Na_2O equivalent weight by anhydride conversion.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Below, an embodiment of the invention is described based on the example of an experiment. Here the calcium type permutite used for each of following experiments, About A type composition zeolite by Nippon Chemical Industrial Co., Ltd. (trade name: ZEOSUTA NA100-P). Usually, the thing (A type-1 - 3) which carried out ionic exchange to calcium ion based on the known general-purpose technique, respectively, and the thing (A type-4) which does not carry out ionic exchange to calcium ion as blank were used. The ingredient table is shown in Table 1. The test result to which the flow value was based on the flow test method of JIS(Japanese Industrial Standard) R 5201 among front [each / which is mentioned later], The test result to which the slump index was based on the slump test method of JIS A 1101, The compressive strength of expansion, the test result to which contraction was based on the length change testing method of JIS A 1129, the test result to which compressive strength other than a test cylinder was based on the compressive-strength test method of JIS R 5201, and a test cylinder is a test result based on the compressive strength test method of JISA 1108. Also in the experiment [which] mentioned later, ordinary portland cement was used as cement, and the mortar compressive strength test was done using a 40x40x160-mm test piece.

[0010]

[Table 1]

各実験に使用したカルシウム型合成ゼオライトの主成分

	主 成 分 (wt %) **						SiO ₂
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	アルカリ金属成分量			/ Al ₂ O ₃
				Na ₂ O	K ₂ O	R ₂ O*	
A型-1	42.2	35.5	18.3	2.1	0.1	2.2	1.19
A型-2	42.7	35.7	14.5	6.7	0.1	6.8	1.20
A型-3	42.9	35.2	17.1	4.2	0.1	4.3	1.22
A型-4	43.3	36.1	0.1	19.4	0.1	19.5	1.20

* Na₂O当量: R₂O (wt %) = Na₂O (wt %) + 0.658 K₂O (wt %)

** 主成分量は無水物換算での含有量である。

[0011]

[The example 1 of an experiment] The flow value immediately after the mortar which added calcium type permutite of A type-1 of Table 1 and 2 kneading, and the compressive strength 28 days after water curing are shown. As mortar, the ratio of binding material and sand was a rate of 1:2, and using dry quartz sand as sand, the flow value was kneaded at the water-binding-material ratio 23 and 30 or 35%, measured about the next thing, and showed the result in Tables 2 and 3, respectively. The "water reducing agent" in front uses the complex of an ether polycarboxylate system and crosslinked polymer as the main ingredients, and used the high-performance AE water-reducing agent made from NMB, Inc. (trade name Leo Bildt SP-8HS). And the water reducing agent addition (%) in front is an addition rate of a high-performance AE water-reducing agent over the amount of binding material (also in other tables, it is the same). The ratio of the binding material and sand which changed to calcium type permutite for comparison, and added silica fume (particle diameter of around 0.1 micrometer) Mortar of the rate of 1:2, And the ratio of the binding material and sand which added fly ash (particle diameter of 1-30 micrometers) measured the flow value about mortar of the rate of 1:2, and compressive strength on the same conditions, and the result was shown in Table 4 and Table 5.

[0012]When it is observed that a flow value becomes large and it uses together with a high-performance AE water-reducing agent especially from these experimental results so that the addition of calcium type permutite increases, it is observed that the tendency becomes remarkable. And it is a thing of the same water-binding-material ratio and a high-performance AE water-reducing agent addition, and when it compares, it is checked that the direction of a flow value at the time of adding calcium type permutite as compared with the case where silica fume, fly ash, etc. are added is large. Especially when the water-binding-material ratio became very small and calcium type permutite and a high-performance AE water-reducing agent are combined, it is easy to be materialized as mortar, If a water-binding-material ratio becomes extremely small when silica fume and fly ash are used, even if it combines with a high-performance AE water-reducing agent, moisture being insufficient and becoming difficult to be materialized as mortar is shown. This calcium type permutite, An improvement of workability can be measured rather than the case where silica fume and fly ash which are known are used as improvement material of workability, Workability with it is secured, and it means that durable mortar or concrete of a precise high organization can be created. [a low water-binding-material ratio and] [better / that of a potato]

[0013]

[Table 2]

A型-1のカルシウム型合成ゼオライトを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	ゼオライト					
A1-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立 やや不良 良好 良好
	100.00	11.11	23	2.0	139	—	
	100.00	17.65	23	2.0	153	105.4	
	100.00	25.00	23	2.0	150	—	
5	100.00	11.11	30	1.0	127	—	不良 良好 良好
	100.00	17.65	30	1.0	170	88.7	
	100.00	25.00	30	1.0	143	85.1	
A1-8	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良好 良好 良好
	100.00	5.26	30	2.0	198	93.7	
	100.00	11.11	30	2.0	243	96.4	
A1-11	100.00	0.00	35	0.0	118	—	不良 不良 やや不良 良好
	100.00	11.11	35	0.0	133	—	
	100.00	17.65	35	0.0	138	72.4	
	100.00	25.00	35	0.0	145	67.8	
A1-15	100.00	0.00	35	1.0	183	65.9	良好 良好 良好 良好 良好
	100.00	5.26	35	1.0	216	69.1	
	100.00	11.11	35	1.0	220	71.8	
	100.00	17.65	35	1.0	226	72.7	
	100.00	25.00	35	1.0	230	69.5	

[0014]

[Table 3]

A型-2のカルシウム型合成ゼオライトを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	ゼオライト					
A2-1	100.00	11.11	23	2.0	135	—	やや不良 良好
	100.00	17.65	23	2.0	147	103.1	
A2-3	100.00	11.11	35	0.0	126	—	不良 やや不良 良好
	100.00	17.65	35	0.0	136	72.6	
	100.00	25.00	35	0.0	141	—	
A2-6	100.00	0.00	35	1.0	183	65.9	良好 良好 良好
	100.00	11.11	35	1.0	222	73.4	
	100.00	25.00	35	1.0	227	—	

[0015]

[Table 4]

シリカヒュームを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	シリカヒューム					
SH-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立 不良 不良 不良
	100.00	11.11	23	2.0	106	—	
	100.00	17.65	23	2.0	120	—	
	100.00	25.00	23	2.0	118	—	
SH-5	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良好 良好
	100.00	11.11	30	2.0	184	99.6	

[0016]

[Table 5]

フライアッシュを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	フライアッシュ					
FA-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
2	100.00	11.11	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
3	100.00	17.65	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
4	100.00	25.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
FA-5	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良 好
6	100.00	11.11	30	2.0	225	78.5	良 好

[0017]

[The example 2 of an experiment] Create the concrete of the combination shown in Table 6 using the thing of A type-1 among said calcium type permutite, and measure the slump index immediately after kneading, and. The compressive strength in age 28 days, and 91 days is measured using a test cylinder 100 mm in diameter, and 200 mm in length, and the result is shown in front [the]. If calcium type permutite was added, the slump index would become large, workability will have been improved, and the water-binding-material ratio acquired the knowledge that low (an amount-of-water ratio is low) good concrete could be created from this result.

[0018]

[Table 6]

A型-1のカルシウム型合成ゼオライトを含むコンクリートの練混ぜ直後のスランプおよび圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		骨 材 (重量部)		水-結合 材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	スランプ 値 (cm)	圧縮強度 (N/mm ²)	
	セメント	合成ゼオライト	細 骨 材	粗 骨 材				28日後	91日後
A1-20	100.00	0.00	155.2	258.3	35.0	1.00	3.5	72.2	80.5
21	100.00	25.00	188.9	314.6	35.0	1.00	12.0	69.4	78.7
22	100.00	25.00	184.6	308.8	33.0	1.00	9.0	88.1	96.8

[0019]

[The example 3 of an experiment] Next, a mortar bar is created according to the alkali-silica reaction test method of JIS A 5308 using all the permutite shown in Table 1, Change of the rate of expansion was measured and the adverse effect of the alkali metal component contained in permutite at the time of kneading being emitted by the ion exchange reaction etc. was investigated. This result is shown in Table 7, and the expansion contraction variation diagram about the "additive-free" thing (<> seal) in Table 7, the thing (<> seal) of "A type-1", the thing (** seal) of "A type-2", and the thing (** seal) of "A type-4" is shown in drawing 1. According to this, the permutite which contains 6.8wt%R₂O at least as an amount of alkali metal components, mortar additive-free in permutite — abbreviated — it was observed that it is the same rate of expansion, and it was checked that there are few adverse effects by the alkali metal component emitted from permutite itself. In this experiment, it adjusted so that the alkali concentration in cement might be set to 1.38wt%R₂O as the Na₂O equivalent using a sodium hydroxide reagent.

[0020]

[Table 7]

モルタルバーの膨張率試験結果

合成ゼオライト	膨 張 率 (%)			
	1箇月後	2箇月後	3箇月後	6箇月後
無 添 加	0. 0 3	0. 1 6	0. 2 1	0. 2 4
A 型 - 1	- 0. 0 2	0. 0 1	0. 0 4	0. 0 8
2	0. 0 3	0. 1 4	0. 2 2	0. 2 8
3	0. 0 1	0. 0 6	0. 1 0	0. 1 3
4	0. 2 8	0. 3 7	0. 4 1	0. 4 3

[0021]

[The example 4 of an experiment] Below, the case where calcium type permutite and gypsum fibrosum were added was examined. The mortar test piece which added gypsum fibrosum to this using A type-1 and 2 as calcium type permutite (40x40x160 mm) Binding material: Sand =1:2 was placed, it unmolded one day afterward, water curing was performed at the temperature of 20 ** for seven days, and the expansion on the basis of the time of unmolding at the time of making it dry under the environment of the temperature of 20 ** and 60% of relative humidity after that and contraction were measured. It measured [test piece / each / mortar] also about the compressive strength 28 days after water curing. The result is shown in Tables 8 and 9, and to drawing 2 Gypsum fibrosum and a thing additive-free in all of zeolite (** seal), gypsum fibrosum - 5wt% - although the expansion contraction variation diagram of what (- seal) added both what was added (seal), the thing (O seal) which added only the zeolite of A type-1, and gypsum-fibrosum 5wt% and A type-1 zeolite is shown, it is observed from these that contraction is eased by addition of gypsum fibrosum. However, in the range not more than 20.0wt% the addition of calcium type permutite to binding material, If the addition of gypsum fibrosum exceeds 10wt% to binding material (cement + chemical admixture), the rate of expansion will become large conversely, and we are anxious about producing expansion and a crack, and lessening is more preferred than 10wt% as an addition. The gypsum-fibrosum addition (%) in front is an addition rate over binding material. The place which tried analysis by a powder X diffraction about the cement hardened body portion of back 3 persons' mortar, By becoming a diffraction pattern as shown in drawing 3, from this result, it is admitted that a considerable amount of ettringites are generating and what added both gypsum fibrosum and zeolite is accepted to be a factor this indicates initial expansion to be.

[0022]

[Table 8]

膨張収縮率および圧縮強度の測定結果（水結合材比55%、セメント：ゼオライト＝80：20）

合成ゼオライト	石 膏 添加量 (%)	膨 張 収 縮 率 (%)						圧縮強度 (N/mm ²)
		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型42日	
無添加	0. 0	+0. 003	-0. 040	-0. 053	-0. 064	-0. 076	-0. 088	54. 8
	5. 0	+0. 035	-0. 003	-0. 027	-0. 041	-0. 056	-0. 068	55. 3
A 型 - 1	0. 0	+0. 019	-0. 033	-0. 042	-0. 052	-0. 068	-0. 089	52. 2
	5. 0	+0. 086	+0. 021	-0. 019	-0. 022	-0. 025	-0. 036	49. 7
	7. 5	+0. 078	+0. 033	-0. 011	-0. 013	-0. 015	-0. 022	48. 2
	10. 0	+0. 089	+0. 045	-0. 004	-0. 006	-0. 007	-0. 012	47. 4
	12. 0	+0. 115	+0. 057	+0. 019	+0. 016	+0. 013	+0. 002	41. 4
A 型 - 2	5. 0	+0. 058	+0. 017	-0. 022	-0. 027	-0. 029	-0. 037	47. 8
	7. 5	+0. 085	+0. 032	-0. 013	-0. 016	-0. 018	-0. 021	47. 0

[0023]

[Table 9]

膨張収縮率および圧縮強度の測定結果（水結合材比55%、セメント：ゼオライト＝85：15）

合成ゼオライト	石膏添加量 (%)	膨 張 収 縮 率 (%)						圧縮強度 (N/mm ²) 脱型28日
		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型84日	
無添加	0.0	+0.003	-0.040	-0.053	-0.064	-0.076	-0.088	54.8
A型-1	0.0	+0.013	-0.030	-0.045	-0.053	-0.059	-0.073	54.1
	5.0	+0.029	+0.017	-0.033	-0.043	-0.048	-0.055	52.4
	7.5	+0.041	+0.020	-0.008	-0.029	-0.036	-0.041	51.9

[0024]

[The example 5 of an experiment] Create the concrete test piece (100x100x400 mm) of the combination shown in Table 10 using calcium type permutite of A type-1, and it unmolds in one day, Water curing was carried out for seven days at the temperature of 20 **, and it measured on the basis of the time of unmolding about the expansion at the time of making it dry under the environment of the temperature of 20 **, and 60% of relative humidity after that, and contraction. The slump index immediately after kneading was measured, and a test cylinder 100 mm in diameter and 200 mm in length was created, and the compressive strength 28 days after water curing was measured. Although the result is shown in Table 11, According to this, it was checked that an addition can use gypsum fibrosum in within 10.0wt% to binding material (cement + chemical admixture), and the addition of calcium type permutite to binding material can reduce contraction in the range not more than 20.0wt% like the case of mortar.

[0025]

[Table 10]

コンクリート供試体の配合

結 合 材 (重量部)		石膏添加量 (結合材に対する割合%)	骨 材 (重量部)		水-結合 材比 (%)	減水剤添加 (結合材に対する割合%)
セメント	合成ゼオライト		細 骨 材	粗 骨 材		
100.00	0.00	0.0	155.2	258.3	35.0	1.00
100.00	25.00	0.0	188.9	314.6	35.0	1.00
100.00	25.00	7.5	188.9	314.6	35.0	1.00
100.00	25.00	10.0	188.9	314.6	35.0	1.00

[0026]

[Table 11]

コンクリートの強度・収縮率および圧縮強度の測定結果

結合材 (重量部)		石膏 添加量 (%)	膨 張 収 縮 率 (%)					圧縮強度 (N/mm ²) 脱型28日	スランプ 値 (cm)
セメント	合成セオ ライト		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型84日	
100.0	0.0	0.0	-0.001	-0.021	-0.032	-0.035	-0.037	-0.046	72.2
100.0	25.0	0.0	+0.001	-0.018	-0.029	-0.034	-0.035	-0.051	69.4
100.0	25.0	7.5	+0.005	-0.009	-0.020	-0.023	-0.025	-0.030	72.9
100.0	25.0	10.0	+0.010	-0.003	-0.008	-0.010	-0.011	-0.015	68.3
									3.5
									12.0
									11.5
									9.5

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a rate-of-expansion variation diagram of a mortar bar.

[Drawing 2]It is an expansion contraction variation diagram of a mortar bar.

[Drawing 3]It is a powder X diffraction diffraction pattern figure.

[Translation done.]

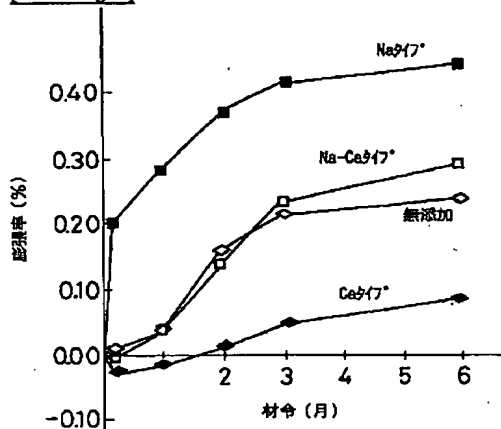
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

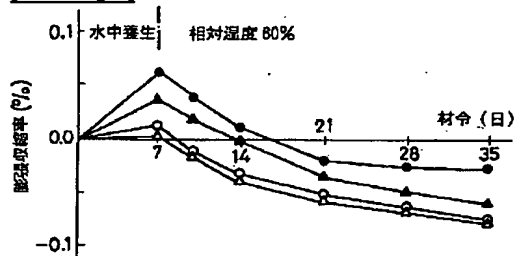
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

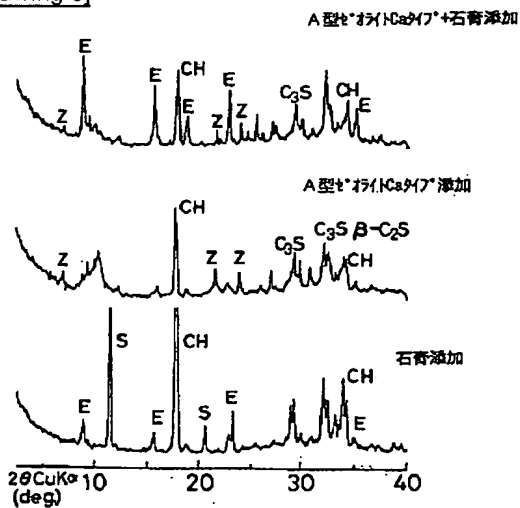
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



C₃S, β-C₂S: 未水和セメント粒子 CH: 水酸化カルシウム
E: エトリンガイト Z: ゼオライト S: 石膏

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-167781

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月23日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 4 B 14/04

C 0 4 B 14/04

Z

22/14

22/14

A

// C 0 4 B 28/02

C 0 4 B 28/02

C 0 4 B 111:22

111:23

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平8-340635

(22) 出願日

平成 8 年(1996)12月 5 日

特許法第30条第1項適用申請有り 1996年6月6日 社
団法人無機マテリアル学会開催の「第92回学術講演会」
において文書をもって発表

(71) 出願人

000173784

財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(72) 発明者

立松 英信

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団

法人 鉄道総合技術研究所内

(72) 発明者

高田 潤

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団

法人 鉄道総合技術研究所内

(74) 代理人

弁理士 廣瀬 哲夫

(54) 【発明の名称】 モルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材

(57) 【要約】

【目的】 モルタルおよびコンクリートのワーカビリティを、品質の安定した合成の添加材によりさらに向上させたり、収縮によるひび割れを起りにくくして高耐久性のモルタルやコンクリートを提供する。

【構成】 モルタルおよびコンクリートの品質改良を目的として添加するアルカリ金属成分の含有量を、無水物換算でNa:O当量として7.0%wt以下にしたカルシウム型合成ゼオライトを単独または石膏と組合せて用いたモルタル、コンクリートの品質改良用添加材。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アルカリ金属成分の含有量が無水物換算で Na_2O 当量として 7.0 wt % 以下であるカルシウム型合成ゼオライトを用いたモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材。

【請求項 2】 アルカリ金属成分の含有量が無水物換算で Na_2O 当量として 7.0 wt % 以下であるカルシウム型合成ゼオライトと石膏とを組合せたモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材。

【請求項 3】 請求項 2 において、石膏の添加量は、結合材に対するカルシウム型合成ゼオライトの添加量の割合が 20.0 wt % 以下の範囲において、結合材に対して 10 wt % より少ない範囲に設定されるモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主として土木、建築において用いられるモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材の技術分野に属するものである。

【0002】

【従来技術】 近年、塩害、アルカリ骨材反応、炭酸化等による鉄筋コンクリートの劣化が顕在化し、大きな問題となっている。一般に、モルタルやコンクリートは、水-セメント比（セメントに対する水の割合）が低くなるほど組織が緻密になり、アルカリ骨材反応や塩害、炭酸化による鉄筋腐食などの劣化が起こりにくい高耐久性の鉄筋コンクリートになることが知られている。ところが、単純に水-セメント比を低くした場合に、フロー値、スランプ値が低くなって逆にワーカビリティが悪くなってしまう。また、モルタルやコンクリートは、硬化や乾燥によって収縮し、ひび割れを生じると耐久性が低下する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 高耐久性のモルタルやコンクリートを得るため、このようなワーカビリティを改善する手段として、モルタルやコンクリートにシリカヒューム、フライアッシュ等の添加材を添加することが報告されている。しかしながら、これら添加材は副産物であるため品質は安定しておらず、モルタル、コンクリートの品質管理が容易でない。そこで、モルタルやコンクリートの耐久性をより向上させるためにワーカビリティを改善する添加材として品質が安定したものが要求され、加えてワーカビリティについてさらなる改善を計ることが望まれ、ここに本発明の解決すべき課題がある。

【0004】 ところで近年、アルカリ骨材反応や塩害、炭酸化等によるコンクリートの早期劣化が顕在化し、社会的に大きな問題となっているが、これを抑制するものとして、ゼオライトのアルカリ金属イオン吸着能を活用することが提唱されている。そしてこのゼオライトが、

ワーカビリティの改善に寄与するのではないかということが考えられるが、具体的にどのようなゼオライトをどれくらい添加したときに、アルカリ骨材反応を抑制しながら、ワーカビリティの改善が達成できるかという報告は今までになく、ここにも本発明の解決すべき課題がある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記の如き実情に鑑みこれらの課題を解決することを目的として創作されたものであって、第一の発明は、アルカリ金属成分の含有量が無水物換算で Na_2O 当量として 7.0 wt %（重量パーセント）以下であるカルシウム型合成ゼオライトを用いたモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材である。第二の発明は、アルカリ金属成分の含有量が無水物換算で Na_2O 当量として 7.0 wt % 以下であるカルシウム型合成ゼオライトと石膏とを組合せたモルタルおよびコンクリートの品質改良用添加材である。

【0006】 本発明を実施するにあたり、ゼオライトとしては天然でなく合成ゼオライトが好ましい。天然ゼオライトは、性状にバラツキがあるためモルタルやセメントに添加した場合の品質管理が容易でない。これに対し、合成ゼオライトは球形に近い均一な形状を有し、性状が安定していて、これを添加すると流動化の促進が計れ、ワーカビリティ（作業性）が改善されることによる。

【0007】 また、合成ゼオライトであってもアルカリ骨材反応を助長するようなものは採用できない。つまり、合成ゼオライトが、アルカリ金属（ Na 、 K ）成分の高いものである場合に、これらアルカリ金属成分がモルタル、コンクリートを練混ぜる際に放出され、これによってアルカリ骨材反応が助長されることから、このようなものは好ましくなく、寧ろ、モルタル、コンクリート中のアルカリ金属成分を吸着してアルカリ骨材反応を抑制する性質のものが好ましく、このようなものとしてカルシウムイオンにイオン交換したカルシウム型合成ゼオライト（平均粒子径 0.5 ~ 4.5 μm ）が好適である。さらに、カルシウム型合成ゼオライトであってもアルカリ金属成分が残存し、このため添加量によっては、ゼオライトに残留するアルカリ金属成分の量が多くなると練混ぜ時のアルカリ金属イオンの放出量が増加し、アルカリ骨材反応を引き起こす原因となる。従って、ゼオライト中のアルカリ金属成分をイオン交換によりカルシウムに置換する必要のある量はアルカリ骨材反応による有害な膨張を引き起こさない程度の量が適当で、その場合のカルシウム型合成ゼオライトとしては、残存アルカリ金属成分が無水物換算で Na_2O 当量として 7.0 wt % R_2O [$\text{R}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} (\text{wt} \%) + 0.658 \text{K}_2\text{O} (\text{wt} \%)$] 以下のものが好適に使用できる。

【0008】 つまり本発明は、性状の安定したカルシウ

ム (Ca) 型合成ゼオライトをモルタルおよびコンクリートの添加材として使用し、低水-結合材比においてフレッシュモルタル或いはコンクリートに流動性を付与し、練混ぜ時のワーカビリティを改善してモルタル、コンクリートの組織をより緻密化させ、耐久性を向上するものである。その効果は、カルシウム型合成ゼオライトに高性能AE (Air Entrainingの略) 減水剤あるいは高性能減水剤を併用した場合に特に顕著で、その他、カルシウム型ゼオライトの特徴的な性質であるアルカリ金属イオンの吸着効果等によってアルカリ骨材反応による劣化を軽減することも期待できる。そして本発明により、有害イオンや水分が浸入あるいは移動しにくくなり、塩害やアルカリ骨材反応などによる劣化抑制も期待できる。尚、高性能AE減水剤あるいは高性能減水剤としては、ポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーとの複合体を主成分とするもの等、市販のものを通常に使用できる。また、カルシウム型合成ゼオライトと共に石膏を添加すると、ゼオライト中のアルミナ分と石膏との反応によってエトリンガイトが生成し、モルタルやコンクリートの収縮を緩和させてひび割れが発生しにくくなる。この場合に、石膏の添加量は、結合材 (セメント+混和材) に対するカルシウム型合成ゼオライトの添加量の割合が20.0wt%以下の範囲において、カルシウム型合成ゼオライトとセメントの和に対して10wt%より少ない範囲に設定されることが好ましい。この様に、アルカリ金属成分の含有量が無水物換算でNa₂O等量として7.0wt%以下のカルシウム型合成 *

各実験に使用したカルシウム型合成ゼオライトの主成分

	主 成 分 (wt%) **						S i O ₂ / A l ₂ O ₃
	S i O ₂	A l ₂ O ₃	C a O	アルカリ金属成分量			
				N a ₂ O	K ₂ O	R ₂ O *	
A 型 - 1	4 2 . 2	3 5 . 5	1 9 . 3	2 . 1	0 . 1	2 . 2	1 . 1 9
A 型 - 2	4 2 . 7	3 5 . 7	1 4 . 5	6 . 7	0 . 1	6 . 8	1 . 2 0
A 型 - 3	4 2 . 9	3 5 . 2	1 7 . 1	4 . 2	0 . 1	4 . 3	1 . 2 2
A 型 - 4	4 3 . 3	3 6 . 1	0 . 1	1 9 . 4	0 . 1	1 9 . 5	1 . 2 0

* Na₂O当量: R₂O (wt%) = Na₂O (wt%) + 0.658 K₂O (wt%)

**主成分量は無水物換算での含有量である。

【0011】

【実験例1】表1のA型-1、2のカルシウム型合成ゼオライトを添加したモルタルの練混ぜ直後のフロー値、並びに水中養生28日後の圧縮強度を示す。モルタルとしては、結合材と砂の比率が1:2の割合で、砂としては乾燥けい砂を用い、フロー値は、水-結合材比23、30、35%で練混ぜ直後のものについて測定し、その結果をそれぞれ表2、3に示した。尚、表中の「減水剤」はポリカルボン酸エーテル系と架橋ポリマーとの複

*ゼオライトを単独あるいは石膏と組合せて添加することによりアルカリ骨材反応や塩害等による早期劣化が生じづらくなる。

【0009】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実験例に基づいて説明する。ここで、下記の各実験に用いたカルシウム型合成ゼオライトは、日本化学工業株式会社製のA型合成ゼオライト (商品名:ゼオスターNA100-P) について、通常知られた汎用手法に基づいてそれぞれカルシウムイオンにイオン交換したもの (A型-1~3) を、そしてブランクとしてカルシウムイオンにイオン交換しないもの (A型-4) を用いた。その成分表を表1に示す。また、後述する各表中、フロー値はJIS (日本工業規格) R 5201のフロー試験方法に準拠した試験結果、スランブ値はJIS A 1101のスランブ試験方法に準拠した試験結果、膨張、収縮率はJIS A 1129の長さ変化試験方法に準拠した試験結果、円柱供試体以外の圧縮強度はJIS R 5201の圧縮強さ試験方法に準拠した試験結果、円柱供試体の圧縮強度はJIS A 1108の圧縮強度試験方法に準拠した試験結果である。尚、後述する何れの実験においてもセメントとしては普通ポルトランドセメントを使用し、モルタル圧縮強度試験は40×40×160mmの供試体を用いて行った。

【0010】

【表1】

合体を主成分とするもので、株式会社エヌエムビー製の高性能AE減水剤 (商品名レオビルトSP-8HS) を使用した。そして表中の減水剤添加量 (%) は、結合材量に対する高性能AE減水剤の添加割合である (他表においても同じ)。また、比較のためカルシウム型合成ゼオライトに換えてシリカヒューム (粒径0.1μm前後) を添加した結合材と砂の比率が1:2の割合のモルタル、およびフライアッシュ (粒径1~30μm) を添加した結合材と砂の比率が1:2の割合のモルタルにつ

いてのフロー値および圧縮強度を同様の条件で測定し、その結果を表 4、表 5 に示した。

【0012】これらの実験結果から、カルシウム型合成ゼオライトの添加量が多くなるほど、フロー値が大きくなることが観測され、特に、高性能AE減水剤と併用した場合にその傾向が顕著となることが観測される。そして、同一の水-結合材比、高性能AE減水剤添加量のもので比較したときに、シリカヒュームやフライアッシュ等を添加した場合に比してカルシウム型合成ゼオライトを添加した場合の方がフロー値が大きいたことが確認される。特に、水-結合材比が極めて小さくなるとカルシウム型合成ゼオライトと高性能AE減水剤を組合せた場合はモルタルとして成立しやすく、シリカヒュームやフラ*

* イアッシュを用いた場合には水-結合材比が極端に小さくなると、高性能AE減水剤と組合せても水分が不足してモルタルとして成立しにくくなることが示されている。このことは、カルシウム型合成ゼオライトは、ワーカビリティの改良材として知られるシリカヒュームやフライアッシュを用いた場合よりもワーカビリティの改善が計れ、より水-結合材比が低いものでも良好なワーカビリティが確保され、耐久性の高い緻密な組織のモルタル或いはコンクリートが作成できることを意味している。

【0013】

【表2】

A型-1のカルシウム型合成ゼオライトを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	ゼオライト					
A1-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
	100.00	11.11	23	2.0	139	—	やや不良
	100.00	17.65	23	2.0	153	105.4	良好
	100.00	25.00	23	2.0	150	—	良好
A1-5	100.00	11.11	30	1.0	127	—	不良
	100.00	17.65	30	1.0	170	88.7	良好
	100.00	25.00	30	1.0	143	85.1	良好
A1-8	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良好
	100.00	5.26	30	2.0	198	93.7	良好
	100.00	11.11	30	2.0	243	96.4	良好
A1-11	100.00	0.00	35	0.0	118	—	不良
	100.00	11.11	35	0.0	133	—	不良
	100.00	17.65	35	0.0	138	72.4	やや不良
	100.00	25.00	35	0.0	145	67.8	良好
A1-15	100.00	0.00	35	1.0	183	65.9	良好
	100.00	5.26	35	1.0	216	69.1	良好
	100.00	11.11	35	1.0	220	71.8	良好
	100.00	17.65	35	1.0	226	72.7	良好
	100.00	25.00	35	1.0	230	69.5	良好

【0014】

【表3】

A型-2のカルシウム型合成ゼオライトを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	ゼオライト					
A2-1	100.00	11.11	23	2.0	135	—	やや不良
	100.00	17.65	23	2.0	147	103.1	良好
A2-4	100.00	11.11	35	0.0	126	—	不良
	100.00	17.65	35	0.0	136	72.6	やや不良
	100.00	25.00	35	0.0	141	—	良好
A2-6	100.00	0.00	35	1.0	183	65.9	良好
	100.00	11.11	35	1.0	222	73.4	良好
	100.00	25.00	35	1.0	227	—	良好

【0015】

【表4】

シリカヒュームを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	シリカヒューム					
SH-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
	100.00	11.11	23	2.0	106	—	不良
	100.00	17.85	23	2.0	120	—	不良
	100.00	25.00	23	2.0	118	—	不良
SH-6	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良好
	100.00	11.11	30	2.0	184	99.8	良好

【0016】

【表5】

フライアッシュを含むモルタルのフロー値および圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		水- 結合材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	フロー 値 (mm)	28日後 圧縮強度 (N/mm ²)	状 態
	セメント	フライアッシュ					
FA-1	100.00	0.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
	100.00	11.11	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
	100.00	17.85	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
	100.00	25.00	23	2.0	—	—	モルタルとして不成立
FA-6	100.00	0.00	30	2.0	140	—	良好
	100.00	11.11	30	2.0	225	78.5	良好

【0017】

【実験例2】前記カルシウム型合成ゼオライトのうちA型-1のものをを用いて表6に示す配合のコンクリートを作成し、練混ぜ直後のスランプ値を測定すると共に、材令28日、91日における圧縮強度を、直径100mm、長さ200mmの円柱供試体を用いて測定し、その結果を同表中に示す。この結果から、カルシウム型合成*

*ゼオライトを添加するとスランプ値が大きくなってワーカビリティが改善され、水-結合材比が低い（水量比が低い）良質なコンクリートを作成できるという知見を得た。

【0018】

【表6】

A型-1のカルシウム型合成ゼオライトを含むコンクリートの練混ぜ直後のスランプおよび圧縮強度

実験番号	結 合 材 (重量部)		骨 材 (重量部)		水-結合 材比 (%)	減水剤 添加量 (%)	スランプ 値 (cm)	圧縮強度 (N/mm ²)	
	セメント	合成ゼオライト	細 骨 材	粗 骨 材				28日後	91日後
A1-20	100.00	0.00	155.2	268.3	35.0	1.00	3.5	72.2	80.5
21	100.00	25.00	188.9	314.6	35.0	1.00	12.0	69.4	78.7
22	100.00	25.00	184.6	308.8	33.0	1.00	9.0	88.1	96.8

【0019】

【実験例3】次に、表1に示す全ての合成ゼオライトを用い、JIS A 5308のアルカリシリカ反応性試験方法に準じてモルタルバーを作成し、膨張率の変化を測定し、練混ぜ時に合成ゼオライト中に含まれるアルカリ金属成分がイオン交換反応などにより放出されることの悪影響を調べた。この結果を表7に示すと共に、図1に表7中の「無添加」のもの（◇印）、「A型-1」のもの（◆印）、「A型-2」のもの（□印）、「A型-4」のもの（■印）についての膨張収縮率変化図を示※

※す。これによると、アルカリ金属成分量として少なくとも6.8wt%R₂Oを含む合成ゼオライトまでは、合成ゼオライトが無添加のモルタルと略同じ膨張率であることが観測され、合成ゼオライト自体から放出されるアルカリ金属成分による悪影響は少ないものであることが確認された。尚、この実験において、水酸化ナトリウム試薬を用いてセメント中のアルカリ濃度がNa₂O当量として1.38wt%R₂Oになるよう調整した。

【0020】

【表7】

モルタルバーの膨張率試験結果

合成ゼオライト	膨 張 率 (%)			
	1箇月後	2箇月後	3箇月後	6箇月後
無添加	0.03	0.16	0.21	0.24
A型-1	-0.02	0.01	0.04	0.08
2	0.03	0.14	0.22	0.28
3	0.01	0.08	0.10	0.13
4	0.28	0.37	0.41	0.43

【0021】

【実験例4】次に、カルシウム型合成ゼオライトと石膏とを添加した場合について検討した。カルシウム型合成ゼオライトとしてはA型-1、2を用い、これに石膏を添加したモルタル供試体(40×40×160mm、結合材：砂＝1：2)を打設し、1日後に脱型して7日間温度20℃で水中養生を行い、その後、温度20℃、相対湿度60%の環境下で乾燥させた場合の脱型時を基準とした膨張、収縮率を測定した。また、各モルタル供試体について水中養生28日後の圧縮強度についても測定した。その結果を表8、9に示すと共に、図2に石膏およびゼオライトの何れも無添加のもの(△印)、石膏のみを5wt%添加したもの(▲印)、A型-1のゼオライトのみを添加したもの(○印)、石膏5wt%とA型-1ゼオライトの両者を添加したもの(●印)の膨張収縮率変化図を示すが、これらから、石膏の添加により*

*収縮が緩和されることが観測される。しかしながら、結合材に対するカルシウム型合成ゼオライトの添加量が20.0wt%以下の範囲において、石膏の添加量が結合材(セメント+混和材)に対して10wt%を越えると逆に膨張率が大きくなり、膨張、ひび割れを生じることが懸念され、添加量としては10wt%より少なくすることが好ましい。尚、表中の石膏添加量(%)は、結合材に対する添加割合である。また、後三者のモルタルのセメント硬化体部分について粉末X線回折による分析を試みたところ、図3に示すような回折パターンとなり、この結果から、石膏およびゼオライトの両者を添加したものは、相当量のエトリンガイトが生成していることが認められ、これが初期膨張を示す要因と認められる。

【0022】

【表8】

膨張収縮率および圧縮強度の測定結果(水結合材比55%、セメント：ゼオライト＝80：20)

合成ゼオライト	石膏添加量(%)	膨 張 収 縮 率 (%)						圧縮強度(N/mm ²) 脱型28日
		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型84日	
無添加	0.0	+0.003	-0.040	-0.053	-0.064	-0.076	-0.088	54.8
	5.0	+0.035	-0.003	-0.027	-0.041	-0.058	-0.068	55.3
A型-1	0.0	+0.019	-0.033	-0.042	-0.052	-0.068	-0.089	52.2
	5.0	+0.066	+0.021	-0.019	-0.022	-0.025	-0.036	49.7
	7.5	+0.078	+0.033	-0.011	-0.013	-0.015	-0.022	49.2
	10.0	+0.099	+0.045	-0.004	-0.006	-0.007	-0.012	47.4
	12.0	+0.115	+0.057	+0.019	+0.016	+0.013	+0.002	41.4
A型-2	5.0	+0.058	+0.017	-0.022	-0.027	-0.029	-0.037	47.8
	7.5	+0.085	+0.032	-0.013	-0.016	-0.018	-0.021	47.0

【0023】

【表9】

膨張収縮率および圧縮強度の測定結果（水結合材比55%、セメント：ゼオライト＝85：15）

合成ゼオライト	石膏添加量 (%)	膨 張 収 縮 率 (%)						圧縮強度 (N/mm ²) 脱型28日
		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型84日	
無添加	0.0	+0.003	-0.040	-0.053	-0.064	-0.076	-0.088	54.8
A型-1	0.0	+0.013	-0.030	-0.045	-0.053	-0.059	-0.073	54.1
	5.0	+0.029	+0.017	-0.033	-0.043	-0.048	-0.055	52.4
	7.5	+0.041	+0.020	-0.008	-0.029	-0.038	-0.041	51.9

【0024】

【実験例5】さらに、A型-1のカルシウム型合成ゼオライトを用いて表10に示す配合のコンクリート供試体（100×100×400mm）を作成し、1日後に脱型して、温度20℃で7日間水中養生をし、その後、温度20℃、相対湿度60%の環境下で乾燥させた場合の膨張、収縮率について脱型時を基準として測定した。また、練混ぜ直後のスランプ値を測定すると共に、直径100mm、長さ200mmの円柱供試体を作成し、水中*コンクリート供試体の配合

*養生28日後の圧縮強度を測定した。その結果を表11に示すが、これによると、モルタルの場合と同様、結合材に対するカルシウム型合成ゼオライトの添加量が20.0wt%以下の範囲において、石膏を添加量が結合材（セメント+混和材）に対して10.0wt%以内の範囲で使用でき、収縮率を低減できることが確認された。

【0025】

【表10】

結 合 材 (重量部)		石膏添加量 (結合材に対する割合%)	骨 材 (重量部)		水-結合 材比 (%)	減水剤添加 (結合材に対する割合%)
セメント	合成ゼオライト		細 骨 材	粗 骨 材		
100.00	0.00	0.0	155.2	258.3	35.0	1.00
100.00	25.00	0.0	188.9	314.6	35.0	1.00
100.00	25.00	7.5	188.9	314.6	35.0	1.00
100.00	25.00	10.0	188.9	314.6	35.0	1.00

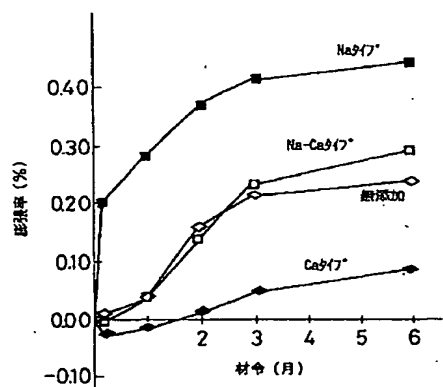
【0026】

【表11】

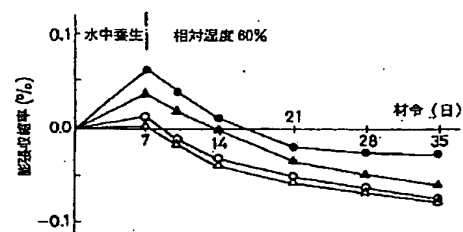
コンクリートの膨張・収縮率および圧縮強度の測定結果

結合材 (重量部)		石膏 添加量 (%)	膨 張 収 縮 率 (%)						圧縮強度 (N/mm ²)	スランパ 値 (cm)
セメント	合成セオ ライト		水中 7日	脱型14日	脱型21日	脱型28日	脱型35日	脱型84日		
100.0	0.0	0.0	-0.001	-0.021	-0.032	-0.035	-0.037	-0.046	72.2	3.5
100.0	25.0	0.0	+0.001	-0.018	-0.028	-0.034	-0.035	-0.051	69.4	12.0
100.0	25.0	7.5	+0.005	-0.009	-0.020	-0.023	-0.025	-0.030	72.9	11.5
100.0	25.0	10.0	+0.010	-0.003	-0.008	-0.010	-0.011	-0.015	68.3	9.5

【図 1】



【図 2】



【図面の簡単な説明】

【図 1】 モルタルバーの膨張率変化図である。

【図 2】 モルタルバーの膨張収縮率変化図である。

【図 3】 粉末 X 線回折回折パターン図である。

【図3】

